

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Professor Dr. med. F. P. Gall)

Die Resorption einer Formuladiät in unterschiedlich langen Dünndarmabschnitten

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Sigrid Karg
aus Erlangen

1983

1983 # 407



Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Professor Dr. med. F. P. Gall)

Die Resorption einer Formuladiät in unterschiedlich langen Dünndarmabschnitten

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Sigrid Karg
aus Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. V. Becker
Referent: Prof. Dr. B. Husemann
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 22.08.1983

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
1. Material und Methode	2
1.1. Versuchstiere	2
1.2. Operationstechnik	2
1.3. Versuchsvorbereitung	4
1.4. Resorptionslösung	4
1.5. Versuchsablauf	6
1.6. Meßgrößen und ihre Bestimmung	8
2. Ergebnisse	8
2.1. Resorption von Kalium	9
2.2. Resorption von Kalzium	11
2.3. Resorption von Phosphat	12
2.4. Resorption von Natrium- und Chlorid- ionen	13
2.5. Resorption von Triglyceriden	14
2.6. Resorption von Gesamteiweiß, Albumin, und Harnstoff-N	15
2.7. Resorption von Glucose	16
2.8. Verhalten von Cholesterin	18
3. Diskussion	20
3.1. Diskussion der Elektrolytergebnisse	20
3.2. Diskussion der Nährstoffergebnisse	27

3.3. Industriell vorgefertigte Diäten und ihre Probleme	42
3.4. Beobachtungen während der Versuche	44
4. Zusammenfassung	45
5. Literaturverzeichnis	48

Patienten sollen in allen Phasen des Krankheitsverlaufes adäquat unter Zufuhr aller essentieller Nährstoffe in bedarfsadaptierter Relation und Menge ernährt werden. Hinsichtlich des physiologischen Aspektes ist die zentralvenöse, parenterale Nahrungsversorgung durch direkte Verabreichung der Nährstoffe in den Blutstrom dem gastro-enteralen Darreichungsmodus unterlegen (11, 20, 21, 23, 34, 50, 51, 68).

Die moderne enterale Ernährungstherapie bedient sich der variabel bilanzierbaren, chemisch definierten Diäten und Formuladiäten, die den kalorischen Erhaltungsbedarf des menschlichen Körpers bei intakten enteralen Verteilungsmechanismen und bei ausreichender Resorptionsfläche decken können (17, 21, 22, 50). Inwieweit eine reduzierte enterale Resorptionsoberfläche, z.B. nach Dünndarmteilresektion, die Absorption und Verwertung einer bilanzierbaren Sondennahrung beeinflusst, soll in der folgenden Arbeit anhand von Resorptionsstudien in verschiedenen langen Dünndarmabschnitten untersucht werden.

1. Material und Methode

1.1. Versuchstiere

Die Versuche wurden an 13 zufällig ausgewählten Bastardhunden durchgeführt, deren Gewicht zwischen 26 kg und 33 kg schwankte. Das durchschnittliche Gewicht lag bei 28 kg.

Zur Bestimmung der Nüchtern-Serumwerte im Blut wurde eine Nahrungskarenz der Versuchstiere während 24 Stunden vor Versuchsbeginn eingehalten.

1.2. Operationstechnik

Die Versuchstiere wurden nach Punktion der Vena cephalica antebrachii mit dem Kurznarkotikum Trapanal¹ intubiert und während der Operationsdauer mit dem Dräger-Poliomat mit 4l O₂/Min. beatmet. Eine mediane Laparotomie ermöglichte den Zugang zur Bauchhöhle. Nach Aufsuchen des jeweils gewünschten Dünndarmabschnittes wurde die Darmwand durch Stichincision eröffnet und ein Infusionsschlauch aus Plastik bis ca. 10 cm distal in das Darmlumen vorgeschoben. Eine Tabaksbeutelnaht diente der Fixation

¹ Byk Gulden Lomberg GmbH, Konstanz

des Infusionsschlauches und dem gleichzeitigen Verschuß der Darmwand. Das freie Ende des Schlauches für die Applikation der Resorptionslösung wurde mit einer Klemme verschlossen und an der äußeren Bauchwand befestigt.

Die Dünndarmfisteln wurden wie folgt an drei verschiedenen Stellen des Darmes lokalisiert:

- Proximale Jejunostomie,
20 cm distal des Treitz'schen Bandes
4 Versuchstiere
- Dünndarmfistel am Übergang Jejunum / Ileum
5 Versuchstiere
- Distale Ileostomie,
40 cm proximal der Valvula Bauhini
4 Versuchstiere.

Zur Kontrolle der Blutserumwerte während des Versuches wurde der das jeweilige Dünndarmsegment versorgende Ast der Vena mesenterica superior mit einer weitlumigen Metallkanüle versehen und im Folgenden als zentrale Blutentnahmestelle bezeichnet. Eine Kanülierung der Vena femoralis ermöglichte den Vergleich zentral- und peripher-venöser Serumparameter.

Nach Reposition des Dünndarmes in situ wurde die Bauchhöhle verschlossen.

1.3. Versuchsvorbereitung

Die Trapanal¹ - Narkose des Versuchstieres wurde auch nach Beendigung des operativen Eingriffes für die gesamte Versuchsdauer beibehalten. Die künstliche Beatmung wurde eingestellt und das Einsetzen der Spontanatmung des Versuchstieres abgewartet. Um ein Verkleben der Gefäßlumina der beiden oben genannten venösen Zugänge zu vermeiden, erfolgte prophylaktisch in beide Venen eine einmalige Injektion von 5 ml isotoner Kochsalzlösung mit Zusatz von 5000 I.E. Heparin². Nach jeder weiteren Blutentnahme von 20 ml wurde die Heparinisierung wiederholt.

1.4. Resorptionslösung

Bei industriell vorgefertigten Diäten unterscheidet man zwischen chemisch definierten Diäten und

² Hoffmann La Roche, Grenzach-Wyhlen

Formuladiäten. Während die chemisch definierte Diät aufgrund ihrer monomolekularen, kristallinen Zusammensetzung lediglich eine zur Resorption funktionsfähige Darmschleimhaut voraussetzt (17, 20, 21, 22, 35, 46, 50, 68), ist bei einer Formuladiät zusätzlich eine Nährstoffdigestion durch Sekrete des Gastro-Intestinaltraktes notwendig (7, 17, 21, 22, 35, 36, 50).

Die in diesen Versuchen als Resorptionslösung verwendete BERODIÄT V³ wird zur Gruppe der Formuladiäten gerechnet (10, 36, 46, 50). Mit ihren drei definierten Komponenten ist die BERODIÄT V variabel und stoffwechseladaptiert bilanzierbar. Die Protein-, Energie- und Mineralstoff-Vitamin-Komponenten liegen in Pulver- bzw. Granulatform vor und lassen sich mit Aqua bidest - in wechselndem Verhältnis - zu einer Flüssignahrung verarbeiten, verabreichbar sowohl per os als auch per Sonde. In den durchgeführten Versuchen wurde eine Suspension von insgesamt 875 kcal folgender Zusammensetzung infundiert:



³BERODIÄT V, C.H. Boehringer Sohn, Ingelheim/Rhein

Gesamtansatz:

516 ml	aqua bidest.		
+ 100 g	der Proteinkomponente	=	400 kcal
+ 80 g	der Energiekomponente	=	400 kcal
+ 30 g	der Mineralstoff-Vitamin-		
	Komponente	=	75 kcal.

Eine genaue Aufschlüsselung der Komponentenbestandteile in der verwendeten Resorptionslösung ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. (Tab. 1).

1.5. Versuchsablauf

Dem noch nüchternen narkotisierten Versuchstier wurde zu Beginn des Versuches aus beiden venösen Zugängen Blut entnommen. Die jeweiligen Werte der Serumparameter wurden als Ausgangswerte bzw. Nüchternwerte definiert. Weitere Blutentnahmen am Ende jeder vollen Stunde über die gesamte Versuchsdauer von vier Stunden erlaubten eine kontinuierliche Kontrolle der laborchemischen Parameter. Das Instillieren der Resorptionslösung in Portionen von ca. 45 ml erfolgte in Intervallen von 10 Min. während der ersten beiden Stunden des Versuches.

Tabelle 1: Inhaltsbestandteile der Resorptionslösung

Nettogewicht bzw. Energiegehalt	Protein- komponente	Energie- komponente	Mineralstoff- Vitaminskomponente	total
	100g±1667kJ (400 kcal)	80g±1667kJ (400 kcal)	30g±13kJ (75 kcal)	875kcal
Protein	46 g	1.2 g		47.2 g
Kohlenhydrate:	46.0g	55.7 g		101.7 g
Glucose	7.5g	2.2 g		9.7 g
Fructose	3.0g	-		3.0 g
Lactose	-	0.7 g		0.7 g
Saccharose	5.3g	-		5.3 g
Maltose	4.2g	4.3 g		8.5 g
Malto-Olligosach. (DP 3-5)	8.3g	9.3 g		17.6 g
Malto-Polysach. (DP 5)	17.3g	39.3 g		56.5 g
Fett:	3.0g	19.0 g		22.0 g
MCT	-	12.5 g		12.5 g
LCT	3.0g	6.5 g		9.5 g
Mineralstoffe:				
Natrium	150mg (6.5mval)	83mg (3.7mval)	-	233 mg
Chlorid	255mg (7.2mval)	58mg (1.6mval)	-	313 mg
Kalium	395mg (10.2mval)	47mg (1.2mval)	2250mg (58mval)	2692 mg
Kalzium	100mg (5.0mval)	22mg (1.1mval)	600mg (30mval)	722 mg
Magnesium	47mg (3.8mval)	28mg (2.3mval)	150mg (12.5mval)	225 mg
Phosphor	127mg (4.2mval)	18mg (0.6mval)	900mg (29mmol)	1045 mg

1.6. Meßgrößen und ihre Bestimmung

Die durch Zentrifugieren gewonnenen Serumproben wurden vom Zentrallabor der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen analysiert. Folgende laborchemische Parameter wurden bestimmt:

- Elektrolyte: Kalium
 Kalzium
 Phosphat
 Natrium
 Chlorid
- Protein : Gesamteiweiß
 Albumin
 Harnstoff-N
- Fett : Triglyceride
 Cholesterin.

2. Ergebnisse

Die Einzelwerte jedes Serumparameters sind, bezogen auf die jeweilige Lokalisation der Dünndarmfistel beim Versuchstier, in drei Gruppen tabelliert.

Angegeben werden absolute zentrale und periphere Meßwerte.

Bei Ermittlung der Mittelwerte wurden alle Serumwerte berücksichtigt, auch wenn große Differenzen in der Zeitspanne zwischen Blutentnahme und Analyse durch das Zentrallabor vorlagen.

Für Hund 9 wurden die peripheren Triglyceridkonzentrationen vom Zentrallabor nicht angegeben. Ohne Berücksichtigung blieb Hund 6, der wegen irregulären Versuchsablaufes nicht in die Bewertung mit einbezogen wurde.

2.1. Resorption von Kalium

Bei der Infusion der den Kaliumbedarf deckenden Resorptionslösung in das proximale Jejunum und in den mittleren Dünndarm ergibt sich in der Vena portae für Kalium ein Konzentrationsanstieg mit einem Maximalwert nach zwei Stunden, der während der nächsten beiden Stunden wieder geringfügig abfällt (Tab.2 und 3, Abb. 1). Die Kaliumkonzentration für das distale Ileum zeigt einen deutlichen Anstieg nach der ersten Stunde, bleibt für die nächsten beiden Stunden konstant

Meßwerte Vena portae / Vena femoralis

	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 1	4.4 / 4.4	6.0 / 4.7	7.6 / 5.3	7.6 / 6.5	7.9 / 7.4
Hund 2	4.7 / 4.4	5.6 / 4.8	6.5 / 5.3	4.8 / 4.9	5.2 / 4.8
Hund 3	4.4 / 4.5	6.6 / 5.5	5.6 / 5.4	5.4 / 5.3	5.1 / 4.3
Hund 4	3.8 / 3.9	5.5 / 4.6	5.4 / 4.7	5.7 / 5.3	5.6 / 4.9
Mittelwert Vena portae	4.3	5.9	6.3	5.9	5.9
Mittelwert Vena femoralis	4.3	4.9	5.2	5.5	5.4
Mittelwert Vena portae in % d. Ausgangswertes	100	137	147	137	137

Tabelle 2: Serumkonzentrationen von Kalium in Vena portae und Vena femoralis bei proximalem Jejunostoma.

Meßwerte Vena portae / Vena femoralis

	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 5	3.9 / 4.8	5.4 / 5.0	5.9 / 4.9	5.8 / 5.0	5.1 / 5.2
Hund 7	4.0 / 4.4	6.0 / 5.2	7.5 / 5.8	6.3 / 6.2	6.8 / 6.3
Hund 8	3.6 / 4.0	5.5 / 4.4	5.9 / 4.6	5.6 / 4.7	5.1 / 4.6
Hund 9	4.8 / 4.3	5.2 / 4.5	5.3 / 4.7	4.9 / 4.8	4.8 / 5.0
Mittelwert Vena portae	4.1	5.5	6.2	5.7	5.5
Mittelwert Vena femoralis	4.4	4.8	5.0	5.2	5.3
Mittelwert Vena portae in % des Ausgangswertes	100	134	151	139	134

Tabelle 3: Serumkonzentrationen von Kalium in Vena portae und Vena femoralis bei
Dünndarmfistel am Übergang Jejunum - Ileum.

Meßwerte Vena portae / Vena femoralis

	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 10	3.9 / 4.2	5.2 / 4.9	5.8 / 5.3	6.7 / 6.6	7.3 / 7.9
Hund 11	4.3 / 4.9	6.1 / 5.1	6.0 / 4.8	5.8 / 4.9	5.1 / 4.8
Hund 12	4.6 / 5.0	6.1 / 5.3	6.2 / 5.7	6.2 / 6.1	7.4 / 7.3
Hund 13	4.4 / 4.6	6.0 / 5.3	5.6 / 5.6	5.3 / 5.8	5.8 / 6.0
Mittelwert Vena portae	4.3	5.9	5.9	6.0	6.4
Mittelwert Vena femoralis	4.7	5.2	5.4	5.9	6.5
Mittelwert Vena portae in % des Ausgangswertes	100	137	137	139	149

Tabelle 4: Serumkonzentrationen von Kalium in Vena portae und Vena femoralis bei distalem Ileostoma.

Enterale Katheter - Ernährung

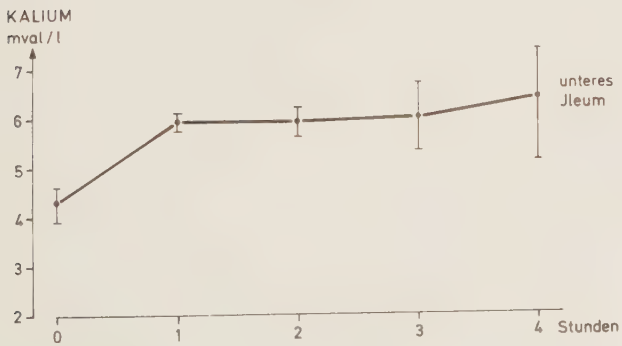
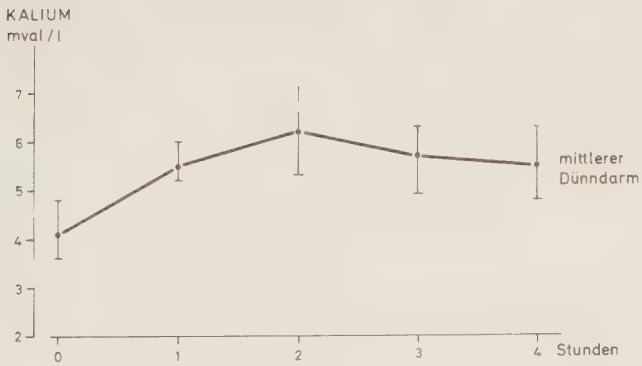
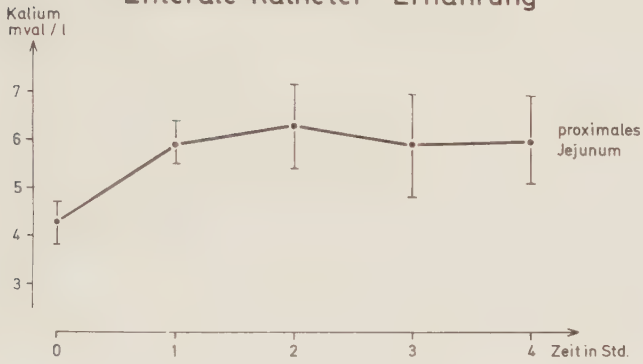


Abb. 1: Resorption von Kalium

und erreicht ihr Maximum nach vier Stunden (Tab. 4, Abb. 1). In der Vena femoralis finden sich für alle Dünndarmfisteln ansteigende, im Vergleich zu den zentralen jedoch niedrigere Kaliumkonzentrationen (Tab. 2, 3, 4).

2.2. Resorption von Kalzium

Die Verabreichung der Resorptionslösung mit adäquatem Kalziumgehalt zeigt für alle Dünndarmabschnitte eine über die Versuchsdauer von vier Stunden nahezu konstante Kalziumkonzentration sowohl der zentralen als auch der peripheren Meßwerte. Allerdings ist für das proximale Jejunum insgesamt ein geringfügiger Abfall, für das distale Ileum ein Anstieg der Kalziummeßwerte zu verzeichnen (Tab. 5, 6, 7).

Meßwerte		zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 1	5.0 / 5.0	4.9 / 4.9	5.0 / 5.1	5.1 / 5.1	5.0 / 5.1
Hund 2	5.5 / 5.1	4.6 / 5.0	5.2 / 5.3	4.7 / 5.3	- / 5.4
Hund 3	4.8 / 5.0	4.7 / 4.9	4.8 / 5.0	4.6 / 5.0	4.6 / 4.1
Hund 4	5.5 / 5.5	5.4 / 5.4	5.4 / 5.3	5.2 / 5.3	5.1 / 5.2
Mittelwert zentral	5.2	4.9	5.1	4.9	4.9
Mittelwert peripher	5.1	5.1	5.2	5.2	5.0
Mittelwert zentral in % des Ausgangs- wertes	100	94	98	94	94

Tabelle 5: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Kalzium bei proximalem Jejunostoma

	Meßwerte zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 5	5.2 / 5.2	5.0 / 5.1	5.0 / 5.1	5.0 / 5.2 5.1 / 5.2
Hund 7	4.8 / 4.9	5.0 / 5.1	5.1 / 5.3	4.6 / 5.3 5.0 / 5.2
Hund 8	5.5 / 5.8	5.3 / 5.2	5.3 / 5.4	5.4 / 5.4 5.2 / 5.3
Hund 9	5.5 / 5.2	5.7 / 5.2	5.5 / 5.3	5.4 / 5.3 5.5 / 5.4
Mittelwert zentral	5.3	5.3	5.2	5.1 5.2
Mittelwert peripher	5.3	5.2	5.3	5.3 5.3
Mittelwert zentral in % d.Ausgangswertes	100	100	98	96 98

Tabelle 6: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Kalzium bei Dünndarmfistel am Übergang Jejunum - Ileum.

Meßwerte zentral / peripher

	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 10	5.2 / 5.2	5.1 / 5.1	5.3 / 5.4	4.9 / 5.5	5.3 / 5.6
Hund 11	4.8 / 5.2	5.0 / 5.0	5.0 / 5.2	5.0 / 5.2	5.1 / 5.3
Hund 12	5.0 / 5.2	5.1 / 5.1	5.1 / 5.1	5.2 / 5.3	5.3 / 5.5
Hund 13	5.5 / 5.6	5.6 / 5.6	5.6 / 5.8	5.7 / 5.8	5.5 / 5.7
Mittelwert zentral	5.1	5.2	5.3	5.2	5.3
Mittelwert peripher	5.3	5.2	5.4	5.5	5.5
Mittelwert zentral in % des Ausgangswertes	100	102	104	102	104

Tabelle 7: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Kalzium bei distalem Ileostoma.

2.3. Resorption von Phosphat

Die Resorptionskurven für Phosphat zeigen einen kontinuierlichen Anstieg der Serumkonzentrationen mit einem Maximum nach 4 Stunden. Im proximalen Jejunum wird mehr als das Eineinhalbfache (Tab. 8), in den beiden anderen Dünndarmabschnitten nahezu das Doppelte der Ausgangskonzentration von Phosphat erreicht (Tab. 9 und 10). Die Resorptionskurve für den mittleren Dünndarm läßt einen asymptotischen Verlauf bis zum Endwert nach 4 Stunden erkennen (Tab. 9), für das distale Ileum ergibt sich ein linearer Anstieg der Meßwerte (Tab. 10). Das Verhalten der peripheren Meßwerte entspricht in Verlauf und Konzentration dem der zentralen Ergebnisse, wobei sich für das distale Ileum der geringste Unterschied zwischen zentralen und peripheren Werten manifestiert (Tab. 8, 9, 10). Die Konzentration der Berodiät an organischem Phosphor liegt über der täglichen Bedarfsmenge.

Meßwerte zentral / peripher					
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 1	2.9 / 3.0	4.1 / 3.0	5.3 / 4.2	6.7 / 6.1	6.8 / 5.8
Hund 2	3.6 / 3.4	4.6 / 4.4	6.0 / 6.0	6.8 / 7.0	7.0 / 7.9
Hund 3	4.6 / 4.6	6.2 / 5.7	5.7 / 5.8	6.4 / 5.9	6.7 / 5.7
Hund 4	2.3 / 2.1	3.9 / 2.9	4.8 / 4.1	6.5 / 5.4	6.5 / 5.4
Mittelwert zentral	4.1	4.7	5.4	6.6	6.7
Mittelwert peripher	3.3	4.0	5.0	6.1	6.2
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	115	132	161	163

Tabelle 8: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Phosphat bei proximalem Jejunostoma.

	Meßwerte				zentral / peripher	
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	
Hund 5	3.4 / 3.5	5.2 / 4.6	5.7 / 4.8	6.4 / 5.4	6.7 / 6.1	
Hund 7	3.5 / 3.6	4.9 / 4.3	6.2 / 5.3	6.4 / 6.4	7.3 / 7.0	
Hund 8	3.1 / 3.0	4.7 / 4.1	5.7 / 5.0	6.6 / 5.9	6.2 / 4.9	
Hund 9	4.1 / 4.0	5.8 / 5.1	7.0 / 6.8	7.2 / 7.3	7.1 / 7.1	
Mittelwert zentral	3.5	5.2	6.2	6.7	6.8	
Mittelwert peripher	3.5	4.5	5.5	6.3	6.3	
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	149	177	191	194	

Tabelle 9: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Phosphat bei Dünndarmfistel am Übergang Jejunum-Ileum.

		Meßwerte zentral / peripher			
		0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 10		3.7 / 3.7	5.2 / 5.1	6.4 / 6.1	7.3 / 7.2 7.9 / 7.8
Hund 11		4.3 / 4.3	5.0 / 5.3	6.1 / 5.3	7.4 / 6.9 7.7 / 7.4
Hund 12		3.4 / 3.4	4.9 / 4.5	6.4 / 6.1	7.5 / 7.1 7.7 / 7.6
Hund 13		5.0 / 5.2	7.0 / 6.7	7.6 / 7.5	8.0 / 7.9 8.3 / 8.4
Mittelwert zentral	4.1		5.5	6.6	7.6 7.9
Mittelwert peripher	4.2		5.4	6.3	7.3 7.8
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100		134	161	185 193

Tabelle 10: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Phosphat bei distalem Ileostoma.

2.4. Resorption von Natrium- und Chloridionen

Trotz des niedrigen Gehaltes an Natrium und Chlorid bleiben bei Nährstoffzufuhr über die drei verschieden lokalisierten Dünndarmfisteln die zentrale und periphere Natriumkonzentration im Serum über vier Stunden nahezu konstant, d.h. die Serumwerte schwanken um den Ausgangswert (Tab. 11, 12, 13). Der Resorptionskurvenverlauf für Chloridionen zeigt sowohl für zentrale als auch für periphere Meßwerte Übereinstimmung mit denen des Natriums (Tab. 14, 15, 16).

	Meßwerte zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 1	152 / 151	152 / 152	152 / 153	154 / 155 154 / 155
Hund 2	153 / 157	147 / 158	160 / 160	139 / 150 156 / 151
Hund 3	154 / 155	151 / 153	152 / 156	152 / 157 151 / 133
Hund 4	154 / 154	151 / 154	153 / 154	152 / 155 150 / 154
Mittelwert zentral	153	150	154	149 153
Mittelwert peripher	154	154	156	154 148
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	98	101	97 100

Tabelle 11: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Natrium bei proximalem Jejunostoma.

		Meßwerte zentral / peripher			
		0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 5		147 / 149	148 / 150	149 / 149	150 / 151 152 / 152
Hund 7		145 / 144	146 / 147	146 / 148	135 / 148 146 / 149
Hund 8		153 / 153	150 / 150	151 / 153	150 / 152 149 / 155
Hund 9		160 / 154	161 / 157	161 / 158	152 / 160 156 / 159
Mittelwert zentral	151	151	152	147	151
Mittelwert peripher	150	151	152	153	154
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	100	101	97	100

Tabelle 12: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Natrium bei Dünndarmfistel am Übergang Jejunum-Ileum.

		Meßwerte zentral / peripher			
		0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 10		149 / 147	149 / 151	151 / 149	151 / 153 152 / 152
Hund 11		146 / 146	147 / 147	147 / 149	148 / 151 150 / 152
Hund 12		148 / 149	148 / 150	149 / 151	151 / 151 149 / 153
Hund 13		152 / 152	153 / 153	154 / 157	156 / 156 156 / 156
Mittelwert zentral	149		149	150	151 152
Mittelwert peripher	149		150	152	153 153
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100		100	101	101 102

Tabelle 13: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Natrium bei distalem Ileostoma.

		Meßwerte zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 1	116 / 113	116 / 113	115 / 111	116 / 113	116 / 113
Hund 2	114 / 113	111 / 114	116 / 118	102 / 111	116 / 114
Hund 3	118 / 116	117 / 116	118 / 117	117 / 120	117 / 104
Hund 4	118 / 117	116 / 117	118 / 118	116 / 113	114 / 116
Mittelwert zentral	117	115	117	113	116
Mittelwert peripher	115	115	116	114	112
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	98	100	97	99

Tabelle 14: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Chlorid bei proximalem Jejunostoma.

		Meßwerte zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 5	116 / 116	118 / 117	119 / 114	120 / 117	121 / 117
Hund 7	114 / 115	116 / 117	116 / 119	105 / 117	116 / 122
Hund 8	115 / 113	114 / 115	112 / 115	113 / 115	112 / 113
Hund 9	104 / 105	103 / 104	99 / 99	103 / 103	104 / 100
Mittelwert zentral	112	113	112	110	113
Mittelwert peripher	112	113	112	113	113
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	101	100	98	101

Tabelle 15: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Chlorid bei Dünndarmfistel
am Übergang Jejunum-Ileum.

Meßwerte		zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 10	113 / 112	113 / 116	114 / 111	115 / 115	116 / 116
Hund 11	110 / 109	113 / 110	111 / 112	113 / 113	115 / 115
Hund 12	112 / 111	112 / 114	115 / 113	114 / 115	113 / 115
Hund 13	116 / 115	117 / 115	120 / 118	126 / 118	119 / 118
Mittelwert zentral	113	114	115	117	116
Mittelwert peripher	112	114	114	115	116
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	101	102	104	103

Tabelle 16: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Chlorid bei distalem Ileostoma.

2.5. Resorption von Triglyceriden

Nach Infusion der Resorptionslösung in das proximale Jejunum bleibt die Serumkonzentration der Triglyceride für eine Stunde konstant und fällt während der nächsten drei Stunden linear ab (Tab. 17, Abb. 2). Für die beiden anderen Dünndarmfisteln ergibt sich insgesamt ein geringgradiger Anstieg, wobei die Zwischenwerte bei distalem Ileostoma weniger über bzw. unter den Ausgangswert abweichen, d.h. die Kurve zeigt einen flacheren Verlauf (Tab. 18, 19, Abb. 2). Die Triglyceridkonzentrationen in der Vena femoralis liegen für die Dünndarmfistel am Übergang Jejunum - Ileum deutlich unter denen der Vena portae, während sie sich bei proximalem Jejunum und distalem Ileum nahezu entsprechen (Tab. 17, 18, 19).

Meßwerte zentral / peripher					
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 1	45 / 48	55 / 46	45 / 47	38 / 37	43 / 39
Hund 2	80 / 100	74 / 97	70 / 91	67 / 58	46 / 48
Hund 3	26 / 25	33 / 26	19 / 18	16 / 22	14 / 16
Hund 4	26 / 23	19 / 19	20 / 17	14 / 19	16 / 16
Mittelwert zentral	44	45	39	34	30
Mittelwert peripher	49	47	43	34	30
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	102	89	77	68

Tabelle 17: Absolute zentrale und periphere Meßwerte der Triglyceride bei proximalem Jejunostoma.

	Meßwerte zentral / peripher				
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 5	9 / 4	11 / 12	10 / 18	11 / 13	9 / 13
Hund 7	23 / 25	30 / 28	34 / 29	28 / 30	35 / 31
Hund 8	13 / 7	19 / 9	9 / 1	6 / 4	11 / 11
Hund 9	36 / -	32 / -	35 / -	31 / -	34 / -
Mittelwert zentral	20	23	22	19	22
Mittelwert peripher	12	16	16	16	18
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	115	110	95	110

Tabelle 18: Absolute zentrale und periphere Meßwerte der Triglyceride bei Dünndarmfistel am Übergang Jejunum-Ileum.

	Meßwerte zentral / peripher				
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 10	20 / 10	21 / 20	23 / 39	21 / 23	20 / 24
Hund 11	24 / 22	24 / 25	26 / 20	24 / 25	26 / 25
Hund 12	29 / 30	31 / 29	32 / 30	28 / 30	33 / 29
Hund 13	25 / 31	26 / 26	28 / 25	25 / 26	26 / 26
Mittelwert zentral	24.5	25.5	27	24.5	26
Mittelwert peripher	23	25	28.5	26	26
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	104	110	100	106

Tabelle 19: Absolute zentrale und periphere Meßwerte der Triglyceride bei distalem Ileostoma.

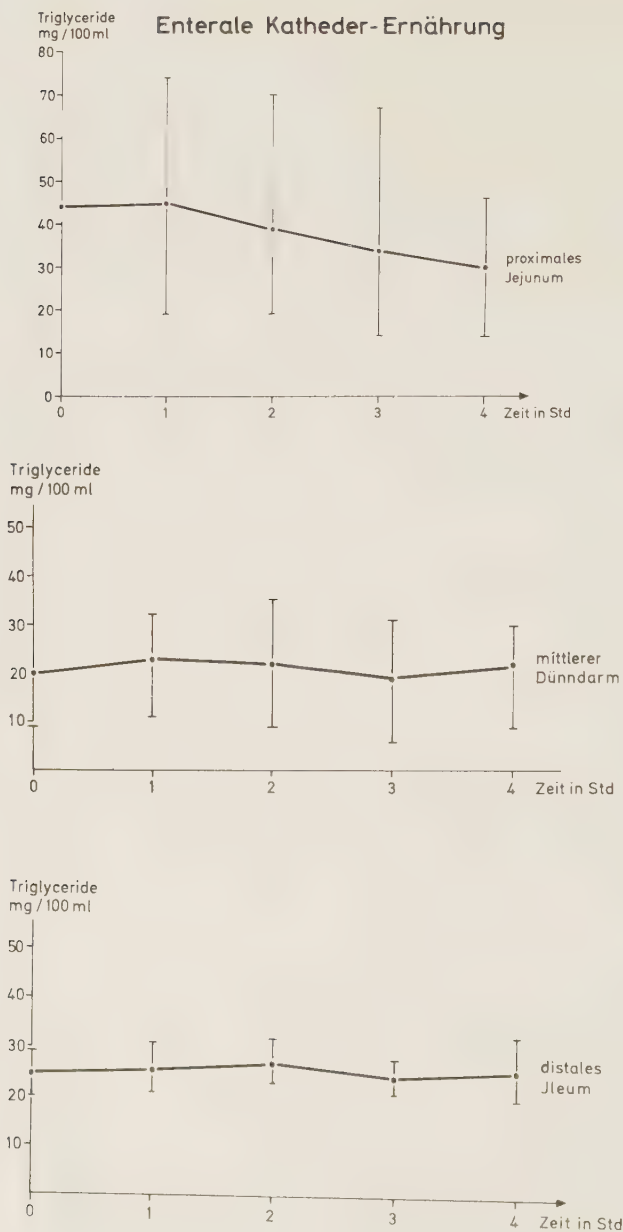


Abb. 2: Resorption von Triglyceriden.

2.6. Resorption von Gesamteiweiß, Albumin und Harnstoff-N

Die Verabreichung der proteinreichen Formuladiät in das proximale Jejunum beeinflusst bis auf unwesentliche Schwankungen der Zwischenwerte die Serumkonzentrationen von Gesamteiweiß und Albumin nicht (Tab. 20, 23). Bei Verringerung der Resorptionsfläche, d.h. bei mittelständiger und unterer Dünndarmfistel ist ein kontinuierlicher Anstieg der obigen Serumparameter zu erkennen (Tab. 21, 22, 24, 25). Die Konzentration des Harnstoff-N steigt in allen drei Dünndarmabschnitten stetig an (Tab. 26, 27, 28). Die Serumkonzentrationen in der Vena femoralis stimmen mit denen im zentral entnommenen Blut überein (Tab. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28).

		Meßwerte zentral / peripher			
		0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 1		6.3 / 6.4	6.4 / 6.4	6.7 / 6.7	6.8 / 6.9 7.0 / 7.1
Hund 2		6.4 / 6.1	6.2 / 6.1	6.3 / 6.3	5.8 / 6.1 6.2 / 6.1
Hund 3		6.7 / 7.0	6.7 / 6.8	6.7 / 6.9	6.6 / 6.9 6.5 / 6.0
Hund 4		6.6 / 6.5	6.1 / 6.1	6.3 / 6.3	6.2 / 6.4 6.3 / 6.4
Mittelwert zentral	6.5	6.4		6.5	6.4 6.5
Mittelwert peripher	6.5	6.4		6.6	6.6 6.4
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	98		100	98 100

Tabelle 20: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Gesamt-Eiweiß bei proximalem Jejunostoma.

Meßwerte zentral / peripher					
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 5	7.3 / 7.3	7.1 / 7.2	7.0 / 7.1	7.1 / 7.2	7.3 / 7.4
Hund 7	6.4 / 6.4	6.9 / 6.9	7.1 / 7.1	6.6 / 7.2	7.2 / 7.3
Hund 8	6.9 / 7.3	6.6 / 6.7	6.7 / 6.8	6.7 / 6.8	6.6 / 6.9
Hund 9	5.9 / 6.1	6.2 / 6.2	6.2 / 6.4	6.5 / 6.5	6.8 / 6.6
Mittelwert zentral	6.6	6.7	6.8	6.7	7.0
Mittelwert peripher	6.8	6.8	6.9	6.9	7.1
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	102	103	102	106

Tabelle 21: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Gesamt-Liweiß bei Dünndarm-fistel am Übergang Jejunum-Ileum.

Meßwerte zentral / peripher

	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 10	6.4 / 6.4	6.6 / 6.5	6.9 / 6.8	6.9 / 7.0	7.2 / 7.0
Hund 11	6.8 / 7.0	7.0 / 7.0	7.0 / 7.0	7.0 / 7.0	6.9 / 7.1
Hund 12	6.9 / 7.1	7.1 / 7.4	7.1 / 7.3	7.4 / 7.4	7.6 / 7.8
Hund 13	5.8 / 6.0	6.2 / 6.1	6.1 / 6.2	6.1 / 6.2	6.2 / 6.3
Mittelwert zentral	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0
Mittelwert peripher	6.6	6.8	6.8	6.9	7.1
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	103	105	106	108

Tabelle 22: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Gesamt-Eiweiß bei distalem Ileostoma.

	Meßwerte				zentral / peripher	
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	
Hund 1	3.6 / 3.7	3.7 / 3.7	3.9 / 3.9	3.9 / 4.0	4.0 / 4.1	
Hund 2	3.8 / 3.7	3.5 / 3.7	3.4 / 3.8	3.4 / 3.7	3.7 / 3.6	
Hund 3	3.1 / 3.3	3.1 / 3.2	3.1 / 3.2	3.1 / 3.2	3.0 / 2.8	
Hund 4	3.8 / 3.8	3.5 / 3.6	3.7 / 3.7	3.6 / 3.7	3.7 / 3.8	
Mittelwert zentral	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	
Mittelwert peripher	3.6	3.6	3.7	3.7	3.6	
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	97	97	97	100	

Tabelle 23: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Albumin bei proximalem Jejunostoma.

Meßwerte		zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 5	3.7 / 3.8	3.6 / 3.7	3.6 / 3.7	3.6 / 3.7	3.7 / 3.7
Hund 7	3.1 / 3.1	3.3 / 3.3	3.4 / 3.4	3.1 / 3.5	3.5 / 3.5
Hund 8	3.9 / 4.1	3.8 / 3.8	3.8 / 3.9	3.8 / 3.8	3.7 / 3.9
Hund 9	2.9 / 3.0	3.0 / 3.1	3.0 / 3.1	3.2 / 3.1	3.3 / 3.2
Mittelwert zentral	3.4	3.4	3.5	3.4	3.6
Mittelwert peripher	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	100	103	100	106

Tabelle 24: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Albumin bei Dünndarmfistel am Übergang Jejunum-Ileum.

	Messwerte				zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.
Hund 10	3.5 / 3.6	3.7 / 3.7	3.8 / 3.8	3.8 / 3.9	3.8 / 3.9			
Hund 11	2.9 / 3.0	2.9 / 2.9	3.0 / 2.9	2.9 / 3.0	2.9 / 3.0			
Hund 12	3.2 / 3.3	3.3 / 3.3	3.3 / 3.3	3.4 / 3.4	3.5 / 3.5			
Hund 13	3.5 / 3.6	3.6 / 3.6	3.6 / 3.6	3.6 / 3.7	3.7 / 3.7			
Mittelwert zentral	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5			
Mittelwert peripher	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5			
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	103	103	103	106			

Tabelle 29: Absolute zentrale und periphere Messwerte von Albumin bei distalem Ileostoma.

	Meßwerte zentral / peripher				
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 1	11 / 10	11 / 11	12 / 12	12 / 12	14 / 12
Hund 2	5 / 6	8 / 7	9 / 9	9 / 9	8 / 9
Hund 3	14 / 14	14 / 15	14 / 14	14 / 14	14 / 12
Hund 4	9 / 8	10 / 9	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Mittelwert zentral	10	11	11	11	12
Mittelwert peripher	9.5	10.5	11	11	11
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	110	110	110	120

Tabelle 26: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Harnstoff-N bei proximalem Jejunostoma.

		Meßwerte zentral / peripher			
		0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std. 4 Std.
Hund 5		11 / 10	11 / 11	12 / 11	12 / 12 13 / 13
Hund 7		7 / 8	9 / 9	10 / 10	11 / 12 12 / 13
Hund 8		10 / 10	12 / 11	11 / 11	11 / 11 10 / 10
Hund 9		8 / 8	7 / 8	7 / 8	8 / 9 8 / 9
Mittelwert zentral	9		10	10	11 11
Mittelwert peripher	9		10	10	11 11
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100		111	111	122 122

Tabelle 27: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Harnstoff-N bei Dünndarm-fistel am Übergang Jejunum-Ileum.

	Meßwerte				zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.
Hund 10	11 / 11	12 / 12	13 / 12	14 / 14	14 / 14			
Hund 11	7 / 6	6 / 7	8 / 7	8 / 8	8 / 8			
Hund 12	20 / 19	21 / 22	22 / 22	22 / 23	23 / 24			
Hund 13	14 / 14	16 / 16	17 / 16	17 / 17	18 / 18			
Mittelwert zentral	13	14	15	15	16			
Mittelwert peripher	13	14	14	15.5	16			
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	108	115	115	123			

Tabelle 28: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Harnstoff-N bei distalem Ileostoma.

2.7. Resorption von Glucose

Die Nährstoffzufuhr in das proximale Jejunum verdoppelt die Glucosekonzentration im Serum nach einer Stunde. Nach der zweiten Stunde sinkt die Glucose auf einen niedrigeren Wert ab, der nach einem unwesentlichen erneuten Anstieg beibehalten wird (Tab. 29, Abb. 3). Bei Reduzierung der Dünndarmlänge auf die Hälfte erfolgt in den ersten zwei Versuchsstunden ein rascher linearer Anstieg der Glucose. Danach fällt die Serumkonzentration wieder unerheblich ab (Tab. 30, Abb. 3). Für das distale Ileum zeigt die Resorptionskurve über drei Stunden einen linearen Anstieg auf das Doppelte der Ausgangskonzentration und einen minimalen Abfall nach der vierten Stunde. In Relativprozenten liegt der Endwert für diese Dünndarmfistel am höchsten (Tab. 31, Abb. 3).

Sämtliche peripheren Blutglucosewerte liegen wesentlich unter den zentralen, erreichen jedoch nach der gesamten Versuchsdauer ein höheres Niveau (Tab. 29, 30, 31).

Erwähnt muß werden, daß die Glucosekonzentrationen für die Mehrzahl der Versuchstiere nach 7 - 8 Tagen durch das Zentrallabor ermittelt wurden. Ausnahmen

bilden Hund 1, der nach 15 Tagen ausgewertet wurde und Hund 7, dessen Blutglucosekonzentrationen bereits am 1. Tag bestimmt, auf erneute Anforderung jedoch am 7. Tag wiederholt kontrolliert wurden.

	Meßwerte				zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.
Hund 1	66 / 73	96 / 60	102 / 55	92 / 37	97 / 36			
Hund 2	100 / 95	196 / 115	182 / 121	196 / 123	178 / 136			
Hund 3	81 / 65	177 / 74	139 / 82	163 / 85	147 / 88			
Hund 4	92 / 76	198 / 82	167 / 87	186 / 69	167 / 70			
Mittelwert zentral	85	167	148	159	147			
Mittelwert peripher	77	83	86	79	83			
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	196	174	187	173			

Tabelle 29: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Glucose bei proximalem Jejunostoma.

		Meßwerte zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 5	90 / 79	206 / 72	205 / 85	188 / 92	145 / 71
Hund 7	116 / 99	131 / 79	246 / 116	207 / 106	242 / 138
Hund 8	135 / 129	180 / 83	200 / 107	200 / 112	220 / 120
Hund 9	119 / 96	133 / 78	137 / 100	152 / 117	157 / 115
Mittelwert zentral	115	162	197	187	191
Mittelwert peripher	101	78	102	107	111
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	141	171	163	166

Tabelle 30: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Glucose bei Dünndarmfistel am Übergang Jejunum - Ileum.

	Meßwerte				zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.
Hund 10	98 / 94	88 / 85	120 / 107	135 / 110	130 / 111			
Hund 11	79 / 82	163 / 103	167 / 104	201 / 104	203 / 121			
Hund 12	68 / 73	101 / 65	165 / 76	169 / 79	156 / 96			
Hund 13	91 / 92	102 / 79	91 / 75	124 / 90	110 / 69			
Mittelwert zentral	84	114	136	157	150			
Mittelwert peripher	85	83	91	96	99			
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	136	162	187	179			

Tabelle 31: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Glucose bei distalem Ileostoma.

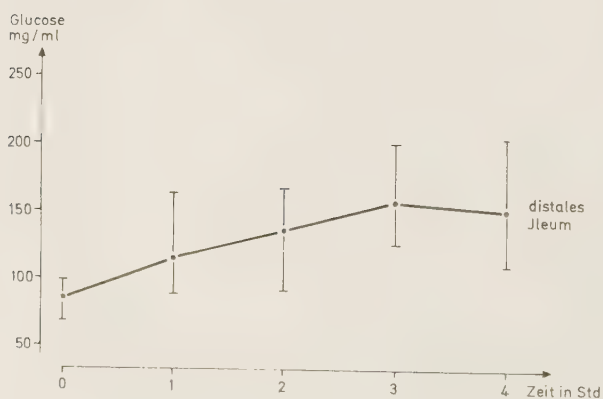
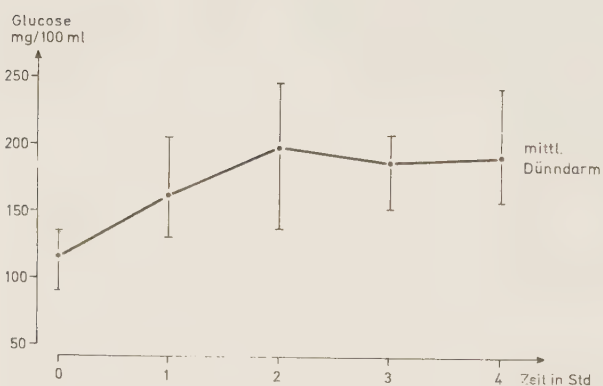
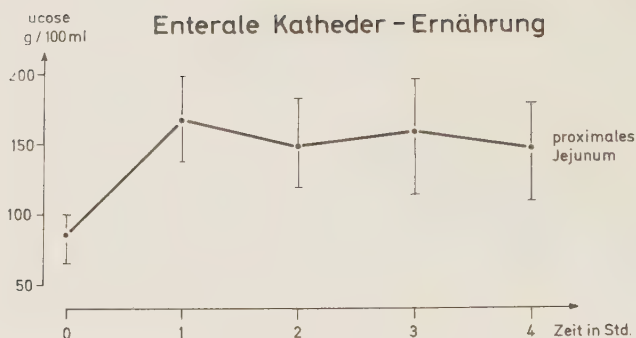


Abb. 3: Resorption von Glucose.

2.8. Verhalten von Cholesterin

Die Cholesterinkonzentration im Blut erreicht bei proximalem Jejunostoma nach abwechselndem, unwesentlichem Abweichen der Meßwerte nach oben und unten nach vier Stunden wieder den Ausgangswert (Tab. 32). Insgesamt zu verzeichnen ist ein minimaler Anstieg für den mittleren Dünndarm (Tab. 33) und eine merkliche Zunahme für das distale Ileostoma (Tab. 34).

Im Vergleich zu den zentralen Meßwerten wurden für die Mehrzahl der peripheren Blutproben höhere Cholesterinkonzentrationen gemessen (Tab. 32, 33, 34).

	Meßwerte				zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.
Hund 1	122 / 125	126 / 124	132 / 132	136 / 136	141 / 144			
Hund 2	187 / 184	177 / 187	190 / 194	163 / 182	185 / 184			
Hund 3	137 / 144	138 / 141	137 / 142	135 / 142	134 / 117			
Hund 4	225 / 228	211 / 209	214 / 213	210 / 211	212 / 215			
Mittelwert zentral	168	163	168	161	168			
Mittelwert peripher	170	165	170	168	165			
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	97	100	96	100			

Tabelle 32: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Cholesterin bei proximalem Jejunostoma.

	Meßwerte				zentral / peripher			
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.
Hund 5	179 / 181	175 / 178	176 / 172	175 / 182	183 / 185			
Hund 7	159 / 156	173 / 173	177 / 179	168 / 180	172 / 184			
Hund 8	195 / 201	183 / 180	182 / 187	184 / 185	185 / 192			
Hund 9	216 / 218	228 / 224	231 / 235	229 / 237	240 / 247			
Mittelwert zentral	187	190	192	189	195			
Mittelwert peripher	189	189	193	196	202			
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	102	103	101	104			

Tabelle 33: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Cholesterin bei Dünndarm-
fistel am Übergang Jejunum-Ileum

	Meßwert zentral / peripher				
	0 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Hund 10	97 / 95	97 / 96	103 / 96	102 / 104	106 / 105
Hund 11	95 / 95	96 / 97	97 / 97	96 / 99	102 / 99
Hund 12	150 / 158	157 / 158	161 / 164	166 / 167	169 / 176
Hund 13	185 / 188	200 / 196	197 / 201	200 / 196	204 / 205
Mittelwert zentral	132	138	140	141	145
Mittelwert peripher	134	137	140	142	146
Mittelwert zentral in % d. Ausgangswertes	100	105	106	107	110

Tabelle 34: Absolute zentrale und periphere Meßwerte von Cholesterin bei distalem Ileostoma.

3. Diskussion

Die Grundlage für die Diskussion der Elektrolyt- und Nährstoffergebnisse bilden Resorptionstopographie und -mechanismen der untersuchten Serumparameter. Um Abhängigkeiten der Resorption der BERODIÄT von der Größe der Resorptionsoberfläche bzw. des jeweiligen Dünndarmsegmentes beurteilen zu können, erfolgt die Diskussion vergleichend für die drei unterschiedlich lokalisierten Dünndarmfisteln anhand der tabellierten Serummeßwerte.

3.1. Diskussion der Elektrolytergebnisse

Kalium wird konzentrationsabhängig resorbiert und bewegt sich nach DAVENPORT (30) immer in Richtung seines elektrochemischen Gradienten. Entsprechend steigen nach der ersten Stunde für alle drei Dünndarmabschnitte die Kaliumwerte im Serum nach Kaliumangebot signifikant an und bleiben für das Jejunum, d.h. die gesamte Dünndarmlänge und für die distale Dünndarmhälfte während der Versuchsdauer nahezu konstant. Die Erklärung dafür liegt im Fehlen eines

Nettofluxes von Kalium, d.h. in der gegenseitigen Aufhebung des Fluxes vom Darmlumen zum Blut und vom Blut in das Darmlumen. Eine passive Resorption von Kalium mit der Wasseraufnahme wird postuliert (30). Da die Nettoresorption von Wasser im distalen Ileum stattfindet, wäre damit der stetige Anstieg des Serum-Kaliums bei Ileostoma trotz gleichbleibenden Kalium-Angebotes zu erklären.

In der Literatur wird übereinstimmend auf den gesamten Dünndarm als Resorptionslokus von Kalzium hingewiesen, wobei sich für die verschiedenen Spezies unterschiedliche prädominante Dünndarmabschnitte herauskristallisieren (6, 30, 33, 70, 75, 76). Der Resorptionsmechanismus zeigt einen zweistufigen Ablauf: die passive Einschleusung aus dem Darmlumen durch den Bürstensaum der Zelle und der limitierende aktive Prozeß des Kalziumaustritts durch die Basalmembran von der Mucosa zur Serosaseite. Intraluminale Kalziumkonzentrationssteigerungen haben eine Überlagerung der aktiven Transportkomponente durch passive bzw. erleichterte Diffusion zur Folge (6, 33). Die Nettoresorptionsrate steigt proportional zur Kalziumkonzentration im Lumen an, d.h. je höher die luminale Konzentration desto größer die prozentuale Resorptionsquote (6, 33, 75, 76).

In den Versuchen ist ein indirekt proportionaler Zusammenhang zwischen der Größe der Resorptionsoberfläche und dem Anstieg des Serum-Kalziums zu erkennen. Die Versuchstiere mit Jejunostoma und somit vollständiger Resorptionsoberfläche zeigen einen Abfall des Serum-Kalziums, Tiere mit Dünndarmfistel am Übergang Jejunum - Ileum können das Niveau des Kalziums im Blut halten, während die Versuchstiere mit Ileostomie, d.h. auf ein Minimum reduzierter Resorptionsoberfläche einen Anstieg des Serum-Kalziums aufweisen. Eine Beeinflussung der Resorptionsrate durch Unterschiede in der Passagezeit, z.B. die längere Verweildauer des Nahrungsbreies im Ileum infolge seiner geringeren Motilität konnte bei der gegebenen Versuchsanordnung nicht sicher beurteilt werden.

Ein sensibles hormonelles Zusammenspiel und die Anwesenheit von Vitamin-D sind Voraussetzungen für die Kalziumresorption und greifen in den Resorptionsstoffwechsel ein (6, 30, 33, 70, 75). In der Berodiat ebenfalls angeboten, wird Vitamin-D als fettlösliches Vitamin im terminalen Ileum resorbiert (13, 30) und macht eine Steigerung der Kalziumsresorption selektiv im Ileum verständlich.

Da Kalzium nur in ionisierter Form resorbiert wird, erfolgt physiologischerweise eine Spaltung der vorliegenden Kalziumkomplexe durch das saure Milieu im Magen. Die Umgehung des Magens, die Zufuhr des Kalziums in Form des schlecht löslichen Kalziumphosphates (75) und ein damit verbundener geringer Dissoziationsgrad sollten in ihrer Auswirkung auf die Resorptionsrate nicht unterschätzt werden.

Die Resorption von Phosphationen findet gleich der von Kalziumionen in allen Dünndarmabschnitten statt (30). Die als Resorptionsmechanismus diskutierte passive Diffusion entlang eines elektrochemischen Gradienten kann durch die Ergebnisse dieser Versuche bestätigt werden. Unabhängig von der Ausdehnung der Resorptionsoberfläche erreicht der Serumspiegel der Phosphationen nach drei Stunden einen Grenzwert, der im Folgenden konstant bleibt. Diese Sättigungskinetik, die die passive Diffusion bis zum Ausgleich der Phosphationenkonzentrationen im Darmlumen und Interstitium widerspiegelt, manifestiert sich besonders stark in Form eines asymptotischen Kurvenverlaufes bei Ausschluß der proximalen Dünndarmhälfte aus dem Resorptionsgeschehen. Das 30 cm lange Ileumsegment reagiert auf das hohe Phosphatangebot, das die nötige Erhaltungsdosis übersteigt (83), mit einer forcierteren Re-

sorption als die längeren Dünndarmsegmente. Eine mögliche gegenseitige Inhibition oder Förderung der Kalzium- und Phosphationenresorption (6, 33) kann im Rahmen dieser Untersuchungen nicht festgestellt werden.

Die enge Verknüpfung von Natrium- und Chloridionenresorption durch das Gesetz der Elektroneutralität macht eine gemeinsame Diskussion dieser zwei Serumpa-rameter sinnvoll (30). Für die Natriumresorption weist das gesamte Dünndarmkonvolut eine Resorptionskapazität auf (30, 59, 70, 80), die charakterisiert ist durch das Vorhandensein eines aktiven Transportes vom Darmlumen ins Blut und eines passiven Übertrittes vom Blut zum Darmlumen, also in entgegengesetzter Richtung. Die aktive Komponente der Natriumresorption läßt eine starke Abhängigkeit von der intraluminalen Natriumkonzentration erkennen (19, 30, 59, 80). Der Resorption der Natriumkationen folgt passiv eine Diffusion der Chloridanionen. Im Ileum kann allerdings durch die im Vergleich zu Natrium raschere Resorption von Chloridionen ein Konzentrationsgradient aufgebaut werden, wobei die Nettore-sorptionsrate von Chlorid unabhängig von der intraluminalen Chloridkonzentration ist (30). Das aufgrund

des unzureichenden Natriumgehaltes in der verwendeten Resorptionslösung (21, 22, 77, 83) erwartete Absinken des Natriumblutspiegels bleibt wegen der kurzen Versuchsdauer aus, die Serumwerte schwanken für die drei Versuchstiergruppen um den Ausgangswert. Bezüglich der bisherigen klinischen Erfahrungen mit Berodiät V finden sich speziell die Natriumergebnisse betreffend divergierende Aussagen. RITTMAYER (73) berichtet von einer minimalen, SCHAEFFER (77) von einer "hoch-signifikanten Natriumabnahme".

Vergleichbar mit den Ergebnissen dieser Arbeit erhalten FÖRSTER, BOECKER-LISSA und HARTMANN (42, 54) in ihren Versuchen unveränderte Serumnatriumkonzentrationen. Natürlich sind wegen des sicherlich niedrigeren Mineralstoffbedarfs des Hundes Vergleiche mit Erfahrungen am Patienten mit der nötigen Kritik zu betrachten. Eine etwaige Beeinflussung der dynamischen und osmotischen Gleichgewichte, z.B. des Kalium -Natrium-Quotienten und der intrakorporalen Wasserverschiebung kann den Ergebnissen nicht entnommen werden.

Die Übereinstimmung der Chloridergebnisse in allen Versuchen läßt sich durch das bereits erwähnte Ge-

setz der Elektroneutralität erklären, demzufolge sich Konzentrationen von Kationen und Anionen entsprechen müssen (30). Der selektive geringe Anstieg von Chlorid im Ileum ist in dessen Fähigkeit begründet, Chlorid schneller als Natrium zu resorbieren. Normalerweise gilt das Ileum als funktionale Resorptionsreserve, abgesehen von wenigen eigenen aktiven Resorptionsmechanismen (13). Während Resektion des Ileums gravierende Veränderungen im Sinne einer Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Chlorid-Malabsorption nach sich zieht (13, 59, 63, 62, 70, 78, 80), bewirkt eine massive Resektion des Jejunums eine gesteigerte Resorptionsaktivität und -geschwindigkeit, die durch die geringe Motilität und lange Transitzeit des Ileums ermöglicht wird (13, 59, 70). Der Anstieg der Serumwerte aller untersuchten Elektrolyte trotz der auf ein Minimum reduzierten Resorptionsoberfläche, ist durch diese gesteigerte Aktivität zu erklären. Bezüglich der enthaltenen Elektrolytmengen gewährleistet die Berodiät V auch bei massiver proximaler Resektion, d.h. bei Erhaltung eines kurzen terminalen Ileumsegmentes eine adäquate Elektrolytsubstitution.

3.2. Diskussion der Nährstoffergebnisse

Triglyceride:

Die mit der Nahrung aufgenommenen langkettigen Triglyceride LCT werden im Duodenum mit Hilfe von Gallensäuren emulgiert und durch die mit dem Pankreassaft sezernierte Lipase in zwei Moleküle Fettsäure und ein Molekül β -Monoglycerid hydrolytisch gespalten. Zusammen mit den Gallensäuren entstehen sogenannte Mizellen, aus denen die lipoidlöslichen Lipasespaltprodukte die Lipoidphase der Mikrozottenzellenmembran passieren können und mittels einfacher Diffusion, also ohne ein spezifisches Transportsystem ins Zellinnere eingeschleust werden. Die konjugierten Gallensäuren können ihre Transportfunktion wiederholen, da sie erst im Ileum aktiv rückresorbiert werden. Das Konzentrationsgefälle zwischen Darmlumen und Enterozyt für die weitere Diffusion wird durch die Resynthese von Triglyceriden aus den Spaltprodukten aufrechterhalten. Mit Phospholipiden und Cholesterin zu Chylomikronen stabilisiert, gelangt das resorbierte Fett über den Lymphweg via Ductus thoracicus ins Blut (12, 19, 30, 35, 41, 42, 46, 47, 50, 59, 67, 73). Im Gegensatz zu diesem komplexen Vorgang werden mittelkettige Triglyceride MCT

mit einer Kettenlänge bis zu 10 Kohlenstoffatomen nicht nur durch die Pankreaslipase, sondern auch durch eine in der Dünndarmmucosa lokalisierten Lipase gespalten. Allerdings ist weder eine Hydrolyse noch eine Emulgierung der MCT notwendig, sie werden durch direkte Resorption schneller als LCT in die Mucosazelle aufgenommen und gelangen von dort ohne Resynthese zu Triglyceriden über die Vena portae in die Leber, wo sie wiederum schneller als LCT metabolisiert werden (17, 30, 41, 46, 47, 50, 73, 83). Die Resorption der MCT ist daher auch bei fehlendem Pankreas- und Gallensekret gewährleistet. In der verwendeten Resorptionslösung wird das Fett zu 2/3 in Form von MCT angeboten, die Resorptionsrate in unseren Versuchen wird also nur gering von der fehlenden Stimulierung der Pankreassekretion durch Umgehung des Magens beeinflusst (35, 42). Aufgrund des hohen MCT-Angebotes in der Berodiät V war ein signifikanter Anstieg des Fettserumspiegels zu erwarten. Die Resorptionsstudie über das Dünndarmgesamtkonvolut zeigt jedoch einen erheblichen Abfall des Triglyceridspiegels ab der zweiten Stunde. Für die distale Dünndarmhälfte und das terminale Ileumsegment schwanken die Werte leicht, nehmen insgesamt aber

minimal zu. Der Abfall des Triglyceridspiegels ist bereits von FÜRSTER und BOECKER-LISSA an Versuchspersonen beobachtet worden, der das Absinken des Blutspiegels trotz hochdosierter Fettzufuhr als "typischen Effekt der mittelkettigen Triglyceride" bezeichnet (42). Der schnelle Abbau der MCT zu freien Fettsäuren in der Leber führt zu einer erhöhten Fettsäureaufnahme in die Zellen der Peripherie (19, 42, 83). Die fehlende Erfassung von freien Fettsäuren in den Testseren durch die Bestimmungsmethode ergibt falsch niedrige Triglyceridwerte. Kritisch ist der oben genannte Abfall in unseren Versuchen zu betrachten, da der durchschnittliche Ausgangswert bei den Versuchstieren mit Jejunosoma mehr als doppelt so hoch liegt wie der der anderen zwei Versuchsgruppen. Verursacht wird dieser hohe Ausgangswert größtenteils durch ein einziges Versuchstier. Läßt man dieses in der Auswertung unberücksichtigt, bleibt das Ergebnis aber unverändert, d.h. der Triglyceridspiegel sinkt. Als Resorptionsort für Fett wird bevorzugt das proximale Jejunum angegeben (13, 14, 16, 30, 59, 67, 78). Dem Jejunum normalerweise nachgeschaltet wird dem Ileum ein bereits veränderter Darminhalt zur Resorption angeboten, die resorbierte Fettmenge zeigt eine

gewisse Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen (13, 14). Auf erhöhtes Fettangebot reagiert das Ileum mit Komplettierung der im Jejunum begonnenen Fettresorption (13, 14, 78). Obwohl das Jejunum resorptionstopographisch größte Bedeutung besitzt, hat eine proximale Resektion keine Fettmalabsorption zur Folge (13, 14, 59, 78). Das Ileum entwickelt im Gegenteil eine Anpassungsfähigkeit an erhöhtes Fettangebot. Es resultiert keine Fettmalabsorption, da das Fett zusammen mit den Gallensäuren im Ileum rückresorbiert wird. Auf die Dauer einem fettreicheren Chymus ausgesetzt weist das Ileum eine Hyperplasie der Zottenschleimhaut auf (40, 66).

Daß der Triglyceridspiegel für die distale Dünndarmhälfte und das terminale Ileum nicht absinkt, sondern eher ansteigt, ist auf die Anpassungsfähigkeit an ein erhöhtes Angebot in Form einer höheren Absorptionsrate zurückzuführen. Ein fördernder bzw. limitierender Faktor der Fettresorption in Form des "unstirred layers", einer der Plasmamembran aufgelagerten Flüssigkeitsschicht, wird diskutiert. (2, 67).

Das Ileum ist nach KREMEN das Hauptareal der Fett-

resorption beim Hund (62). Für diese Resorptions-topographie sprechen auch die Ergebnisse von BOUTH, der bei einem 35 cm langen Ileumsegment eine adäquate Fettresorption erhielt und von CHANDLER und JORDAN, die bei 50-prozentiger Ileumresektion massive Steatorrhoe beobachteten (26, 59).

Obwohl sich die Vorteile der hochdosierten MCT der Berodiät V in den Ergebnissen dieser Arbeit anhand der Bluttriglyceridwerte nicht allzu deutlich widerspiegeln (17, 35, 42, 46, 47, 73, 83), ist doch bei massiv Dünndarmresezierten, ,z.B. bei Patienten mit Short-Bowel-Syndrom, unter Zufuhr der Berodiät eine ausreichende Fettresorption gewährleistet (68). Bei der Bewertung der Ergebnisse sollte man allerdings folgende drei Faktoren nicht außer Acht lassen, die das Resorptions- und Verwertungsgeschehen mit Sicherheit beeinflussen. Zu nennen ist der Postaggressionsstoffwechsel und die sympathikotone Ausschüttung von Glucocorticoiden und Katecholaminen, die nach dem Operationstrauma einen gesteigerten Energieumsatz und eine Stimulierung der Lipolyse bewirken (10, 55).

Durch seine Fähigkeit, die Lipoproteinlipase im Serum zu aktivieren, zeigt auch das intermittierend

injizierte Heparin eine lipolytische Wirkung. Fehlerquellen weist weiterhin die Untersuchung der Blutseren im Zentrallabor auf. Die Triglyceridwerte der Versuchstiere liegen größtenteils erheblich außerhalb des kontrollierbaren Normbereiches.

Cholesterin:

Die Cholesterinresorption wird durch Faktoren wie Gallensäuren, Pankreasenzyme und Verbindungen mit Fettsäuren beeinflusst. Selektive Resorption von Cholesterin findet im Ileum statt (49, 30, 70, 80), das keine spezifischen Resorptionsmechanismen aufweist. Bei inverser Dünndarmschaltung Ileum - Jejunum wurde ebenfalls in der distalen Dünndarmhälfte, d.h. im Jejunum die größte Cholesterinresorption gefunden, was auf eine starke Abhängigkeit der Resorptionsrate von der Passagezeit hinzuweisen scheint (49). Cholesterin erreicht nach schneller Resorption nach etwa drei Stunden seine höchste Konzentration in der Mucosazelle und gelangt über den Lymphweg ins Blut (30).

Da von der Herstellerfirma Boehringer-Ingelheim GmbH ein völliges Fehlen von Cholesterin in der Resorptionslösung angegeben ist, scheint die eher

fallende Tendenz der Cholesterinwerte bei gesamter Dünndarmresorption verständlich. Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen mit den unerheblich sinkenden Cholesterinwerten vorhergegangener Experimente überein (42, 46). Die Ursache für die geringe Wirkung der cholesterinfreien Diät auf den Blutspiegel sieht FÜRSTER in der gleichzeitigen Gabe von Eiweiß und Fett, die für eine gesteigerte Rückresorption von mit der Galle ausgeschiedenem Cholesterin von Bedeutung sind (42). Eine Cholesterinabnahme manifestiert sich erst nach längerer Zeit (30); durch die kurze Versuchsdauer von vier Stunden ist deshalb keine exakte Interpretation möglich. Schließt man die proximale Dünndarmhälfte aus dem Resorptionsgeschehen aus, so bleibt die Cholesterinkonzentration mit leicht steigender Tendenz nahezu konstant. Bei Reduzierung der resorptionsfähigen Dünndarmoberfläche auf 30 cm terminales Ileum ist sogar ein signifikanter Anstieg zu verzeichnen. Zu erwarten wäre dieses Ergebnis, wenn in der Resorptionslösung Cholesterin enthalten wäre, das im terminalen Ileum resorbiert wird (30, 49, 70, 80). Bei ausschließlicher Verwendung von pflanzlichem Eiweiß ist das völlige Fehlen von Cholesterin in einer

Diät gesichert (46). Der Zusatz von Milchprotein in der Berodiät V ist aber unweigerlich mit einem Anstieg des Cholesteringehaltes verbunden (46), der die steigenden Cholesterinwerte in den Versuchen zu erklären vermag.

Gesamteiweiß, Albumin und Harnstoff-N:

Die Verdauung der Proteine beginnt physiologischerweise, aber nicht notwendigerweise im saueren Milieu des Magens (30). Zur weiteren Digestion wirken im Dünndarm die Pankreasenzyme Trypsin, Chymotrypsin, Elastase und Carboxipeptidase A und B auf die Nahrungsproteine ein, wobei freie AS und Oligopeptide entstehen. Letztere werden durch Proteasen, die zu 15% an der Bürstensaummembran und zu 85% im Zellinnern des Enterozyten lokalisiert sind, hydrolysiert (23, 41, 52, 60, 65). Da weder saurerer Magensaft noch Pankreasenzyme für die Proteinabsorption notwendig sind (23, 30, 52), kann auch in unserem Versuchsaufbau eine genügende Proteinresorption vorausgesetzt werden. Die im Darmlumen befindlichen freien Aminosäuren gelangen über vier spezifische aktive Transportsysteme, die über die gesamte Dünndarmlänge verteilt sind, in die Mucosazelle, und

häufen sich dort an aufgrund des langsameren Transportes durch die Basalmembran ins Blut (23, 30, 41, 46, 47, 52, 59, 65, 68). Jedoch stellen weder diese Anhäufung noch die Geschwindigkeit der Proteolyse im Darmlumen limitierende Faktoren für die Resorption der Proteine dar (23, 30, 52). Physiologisches Substrat für die Resorption von Eiweiß sind aber nicht freie Aminosäuren, sondern Di- und Tripeptide. Sie werden rascher resorbiert, konkurrieren nicht um Aminosäuretransportsysteme und sind aufgrund ihrer geringeren osmotischen Wirkung für Sondenkost verträglicher (23, 41, 46, 47, 65, 68). Die Tatsache, daß Aminosäuren aus Proteinhydrolysaten schneller und vollständiger resorbiert werden, wird bei der Herstellung von Formuladiäten berücksichtigt, indem wie im besonderen Fall der Berodiät V ein Proteinhydrolysat aus Soja- und Milchprotein verwendet wird. Durch Zusatz von kristallinen L-Aminosäuren wird die biologische Wertigkeit des Proteinbestandes an das Kartoffel-Ei-Protein mit der höchsten bekannten biologischen Wertigkeit angepaßt (10, 42, 46, 47, 23, 65, 83).

In unseren Versuchen bleiben die Serumkonzentrationen von Gesamteiweiß und Albumin trotz hohen Protein-

angebotes von $47 \text{ g} \hat{=} 808 \text{ kJ}$ an die gesamte Dünndarm-länge konstant, sie zeigen sogar leicht fallende Tendenz. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zur Resorptionstopographie von Protein, die größtenteils als proximales Jejunum angegeben wird (13, 14, 16). Die Ursache für den nicht auftretenden Anstieg kann in der Meßmethode selbst begründet sein, da mit der Biuretmethode nur Oligopeptide mit mindestens drei Aminosäuren, aber nicht Dipeptide mit kristallinen Aminosäuren, erfaßt werden, wie sie in der Resorptionslösung angeboten werden. Die katabole, postoperative Stoffwechselsituation führt außerdem zu einer Proteindepletion, da zur Energiegewinnung glucoplastische Aminosäuren bzw. Proteine herangezogen werden (10). Für diesen Mechanismus spricht der signifikante Anstieg der Harnstoff-N-Konzentration im Serum, der auf eine hohe Rate der Metabolisierung von Proteinen hinweist. Da das Gesamteiweiß und Albumin im Serum nahezu konstant bleibt, muß die zugeführte Proteinmenge größtenteils verdaut und resorbiert, aber auch wieder weitgehend metabolisiert worden sein, wodurch der Anstieg des Harnstoff-N in den Versuchen zu erklären wäre (42). In der Literatur finden sich widersprüchliche Aussagen über den hauptsächlichsten Resorptionsort von Protein. Wie bereits erwähnt, besteht allgemein die Auffassung, daß

das Jejunum zwar die größte Resorptionskapazität besitzt, dem Ileum aber trotzdem wegen der vorher notwendigen Digestion unterlegen ist. Tatsächlich wurde festgestellt, daß nach distaler Resektion Gesamteiweiß und Albumin sinkt (27, 59, 70, 80); nach proximaler Resektion zeigt das Ileum eine Adaptation an das höhere Angebot in Form einer besseren Transportfähigkeit für Aminosäuren und Protein, so daß die Gesamteiweiß- und Albuminspiegel konstant bleiben (16, 66). Wäre das Ileum resorptionstopographisch von größter Bedeutung für die Proteinresorption, so müßte sich auch bei der ersten Gruppe der Versuchstiere mit vollständigem Dünndarm ein Anstieg des Gesamteiweiß und Albumin ergeben. Daß dieser Anstieg nicht auftritt, ist vielleicht durch die insgesamt zu kurze Versuchsdauer zu erklären, während der die angebotene Resorptionslösung nur unvollständig bis in das Ileum gelangen und deshalb keine effiziente Resorption erfolgen kann. Der Anstieg des Harnstoff-N entspricht sich für alle drei Dünndarmlängen. Wegen der engen Korrelation zwischen Proteinzufuhr und Zunahme des Harnstoff-N kann man annehmen, daß in allen Versuchen die gleiche Menge an Protein metabolisiert wird, prozentual also im Ileum die größte Menge resorbiert wird (30, 42, 65).

Eine Beeinflussung der Ergebnisse durch endogenes Protein sollte ebenfalls berücksichtigt werden (27, 30, 59, 65). Mit ihrem hohen Proteinangebot ermöglicht die Berodiät V eine Stabilisierung von Gesamteiweiß und Albumin bei massiv Dünndarmresezierten (73, 84). Das Vorhandensein einer ausgeprägten Proteinresorption trotz fehlender Verdauungsssekrete würde eine Zuordnung der Berodiät V zu der Gruppe der chemisch definierten Diäten rechtfertigen.

Glucose:

Die α -Amylase des Speichels und die Salzsäure des Magens hydrolysieren die hochpolymeren Kohlenhydrate der Nahrung in Spaltprodukte, die im oberen Dünndarm durch die hochkonzentrierte α -Amylase des Pankreassekretes in Maltose, Maltotriose und sogenannte α -Grenzdextrine abgebaut werden. Die weitere Hydrolyse dieser Spaltprodukte erfolgt nicht mehr im Darmlumen, sondern an den der Mikrozottenmembran lumenwärts aufgelagerten Enzymkomplexen bestehend aus sechs spezifischen Disaccharidasen. Ein von CRANE postuliertes, natriumabhängiges aktives Transportsystem sorgt für die Einschleusung der freigesetzten Glucose und Galaktose in die Epithelzelle,

Fructose folgt passiv seinem Konzentrationsgradienten. Aus der Mucosazelle werden die monomeren Kohlenhydrate in die Blutbahn abgegeben (13, 14, 24, 25, 30, 41, 45, 47, 59). Eine suffiziente Hydrolyse der Kohlenhydrate, insbesondere der Oligosaccharide ist ebenfalls ohne Anwesenheit der Pankreasamylase zu erreichen, die Resorption ist deshalb auch bei unserer Versuchsanordnung mit Umgehung des Magens und fehlender Pankreasstimulierung gewährleistet (42, 47). Der Gehalt an freier Glucose und Oligosacchariden in der Berodiät V entspricht dem Gehalt an Polysacchariden in Form der Maltodextrine, die sich durch ihre geringere osmotische Wirkung und ihre gute Löslichkeit auszeichnen (10, 20, 21, 22, 68, 83).

Resorptionstopographisch größte Bedeutung besitzen bei der Kohlenhydratresorption das Duodenum und das proximale Jejunum (13, 14, 16, 28, 29, 32, 59, 63, 72), es besteht eine lineare Beziehung zwischen der Kohlenhydratkonzentration im Darmlumen und der Absorptionsrate (72). Physiologischerweise zeigen distale Darmabschnitte eine geringere Resorptionseffizienz pro Zeiteinheit, nach CUMMINS zurückzuführen auf pH-, Motilitäts-, Sekretions- und Vaskularisationsdifferenzen (29). Dank seines Gehaltes an den spezifischen Disaccharidasen ist das Ileum aber befähigt, z.B. nach proximaler Resektion mit einer

erhöhten Glukosetransportkapazität zu reagieren (13, 14, 29, 32, 40, 62, 66, 72, 81). Für die einzelnen Dünndarmabschnitte sind deshalb bei gleich hoher Konzentration im Darmlumen identische Verhältnisse für die Resorption von Kohlenhydraten anzunehmen (58). Diese Adaptation des Ileums wird auch in den Versuchen deutlich, wo der Endwert des Blutglucosespiegels bei extremer Reduzierung der Resorptionsoberfläche in Relativprozenten sogar die der beiden anderen Versuchstiergruppen übersteigt (auf die Probleme der Meßwertgenauigkeit speziell für Glucose wurde bereits im Rahmen der Ergebnisse zur Resorption von Glucose in 2.7 hingewiesen).

Unterschiedlich für die drei Dünndarmlängen ist die Geschwindigkeit des Blutspiegelanstieges, d.h. pro Zeiteinheit ist die Resorptionsrate des Ileums geringer als die des gesamten Dünndarmes. Entsprechend zeigt die Resorptionskurve für das vollständige Dünndarmkonvolut den größten und steilsten Anstieg nach einer Stunde, während bei Reduzierung der Dünndarmlänge auf die Hälfte der lineare Anstieg bis zum Maximalwert innerhalb von zwei Stunden erfolgt. Die langsamste Resorption manifestiert sich im Ileum durch einen linearen, flachen Anstieg über drei Stunden, womit eine direkte

Proportionalität zwischen der Dünndarmlänge und der Geschwindigkeit des Blutglucoseanstieges zu erkennen ist. Je kürzer das Dünndarmsegment, desto langsamer die Zunahme der Glucosekonzentration im Serum.

Die Ursache für den nur geringfügigen Abfall des Blutglucosepiegels nach dem Maximalwert ist im Gehalt der Berodiät V an Mono-, Oligo- und Polysacchariden zu suchen, die eine protrahierte Resorption garantieren (17). Weitere Auswirkungen auf den Blutglucosespiegel sind im Glucosemetabolismus und in der Interaktion mit Insulin begründet (10, 43, 44). Da die Stellgröße Insulin nur verzögert auf die erhöhte Blutglucosekonzentration reagiert (43, 44), erfolgt während der ersten Versuchsstunden ein überschießender Anstieg der Blutglucose. Die Steigerung der Insulinkonzentration im Blut sorgt im Folgenden - physiologische Bedingungen vorausgesetzt - für eine verbesserte Glucoseaufnahme in die Zellen und für eine Normalisierung des Blutglucosespiegels nach zwei bis drei Stunden (42, 43, 44), obwohl noch deutliche Hinweise auf ein Andauern der Glucoseresorption aus dem Darmlumen vorhanden sind (42, 43, 44, 80).

Ein weiterer Anstieg der Glucosekonzentration im Serum wird durch die vermehrte Glucoseutilisation in den Darm-

epithelien in Form einer gesteigerten aeroben Glykolyserate verhindert (43, 44).

Die von FÜRSTER postulierte erhöhte Glucosetoleranz, d.h. die Normalisierung des Serumglucosespiegels trotz höheren Glucoseangebotes (42) bleibt allgemein in den Versuchen aus. Die Ausschüttung von Katecholaminen und Glukokortikoiden im Zuge des Postaggressionsstoffwechsels als Folge des Operationstraumas verursacht eine Suppression der Insulinwirkung, so daß trotz erhöhten Seruminsulins ein langsamerer Blutglucoseabfall zu beobachten ist (10). Läßt man das postoperative Trauma und seine Konsequenzen unberücksichtigt und setzt eine auf mehrfachen Erfahrungen basierte Verbesserung der Glukosetoleranz nach proximaler Resektion voraus (1, 10, 32, 72), so ist bei Verabreichung der Berodiät V an massiv Dünndarmresezierte die Möglichkeit einer adäquaten Kohlenhydratsubstitution gewährleistet.

3.3. Industriell vorgefertigte Diäten und ihre Probleme

Industriell vorgefertigte Diäten besitzen im Vergleich zur parenteralen Ernährung die Vorteile einer geringeren Komplikationsrate, eines kleineren Arbeitsaufwandes

und technischen Aufwandes (11, 20, 21, 23, 50, 51, 68). Sie werden in die Gruppe der Formuladiäten und die Gruppe der chemisch definierten Diäten unterteilt. Eine Indikation für die letztere Gruppe mit ihren kristallinen Bestandteilen ist das völlige Fehlen einer funktionsfähigen Sekretion der Darmanhangsdrüsen. Kann eine ausreichende Digestion vorausgesetzt werden, wird man sich für die Gruppe der Formuladiäten entscheiden. Die Grenze zwischen den beiden definierten Gruppen verläuft allerdings eher fließend. Allgemeine Kriterien für die Auswahl einer vollbilanzierten Formuladiät sind Nährstoffkonzentration, Protein-, Fett-, Kohlenhydratgehalt und -qualität, kalorischer Wert, Laktose- und Glucosegehalt, Variabilität der Zusammensetzung und die Möglichkeit, eine stabile, homogene Suspension herstellen zu können (10, 20, 21, 22, 35, 46, 47, 51, 68).

Auftretende Nebenwirkungen bei Verwendung einer industriell vorgefertigten Diät als Sondennahrung, wie z.B. Diarrhoen, Erbrechen, Leibschmerzen und massive Exsikkose werden durch folgende Faktoren verursacht:

- zu hohe Osmolalität der Lösung führt zum sogenannten "tube- feeding-Syndrom", d.h. zu osmotischer Diurese mit hypertoner Dehydratation und Exsikkose.

- Eine der Frühphase des "Dumping-Syndroms" ähnliche Erscheinung resultiert meist aus der Verabreichung einer hyperosmolaren Sondennahrung bei zu tiefer Sondenlage im oberen Dünndarm (21, 22, 51, 68).
- Erbrechen und Diarrhoe sind zu erklären durch
 - zu rasche Infundierung der Nahrung,
 - bakterielle Kontamination der Lösungen nach zu langer Aufbewahrung im gebrauchsfertigen Zustand,
 - zu niedrige Temperatur der Nahrung vor allem bei Gabe per Sonde,
 - Laktose- oder Fettintoleranz beim Patienten,
 - Verabreichung von Teilportionen, die 50 ml übersteigen (20, 21, 22, 35, 51, 68).

3.4. Beobachtungen während der Versuche

Obwohl die regelmäßige Verabreichung der Resorptionslösung über den längeren Zeitraum von zwei Stunden das Auftreten von Unverträglichkeitsreaktionen verhindern sollte, war bei vier der 13 Versuchstiere nach Infundierung der Formuladiät Erbrechen, bei 3 Versuchstieren Diarrhoe zu beobachten. Die Diarrhoe und das Erbrechen

traten unabhängig von der jeweiligen Dünndarmlänge auf. Ursachendieser Begleiterscheinungen sind bereits im Rahmen der Diskussion über industriell vorgefertigte Diäten und ihre Probleme aufgeführt worden. Zu rasche Infundierung, zu hohe Osmolalität und zu tiefe Sondelage sind in unseren Versuchen für die Begleiterscheinungen verantwortlich zu machen, während Laktoseintoleranz wegen des minimalen Gehaltes in der Lösung und eine Verabreichung von zu großen Teilportionen bei unserer Versuchsanordnung sicherlich ausscheiden.

4. Zusammenfassung

Die Versuchstiere, insgesamt 13 Bastardhunde, wurden in drei Gruppen mit unterschiedlich lokalisierten Dünndarmfisteln eingeteilt:

Gruppe 1:	Proximale Jejunostomie	-	4 Versuchstiere
Gruppe 2:	Dünndarmfistel am Übergang Jejunum /Ileum	-	5 Versuchstiere
Gruppe 3:	Distale Ileostomie	-	4 Versuchstiere.

Für die Ernährung der Versuchstiere über die Dünndarmfisteln wurde eine Resorptionslösung von 875 kcal, die sogenannte BERODIÄT V verwendet.

Die Abhängigkeit der Absorption und Verwertung der variabel bilanzierbaren Sondennahrung von der enteralen Resorptionsoberfläche wurde untersucht anhand von Resorptionsstudien über die Serumwerte von Kalium, Kalzium, Phosphat, Natrium und Chlorid, Triglyceriden, Gesamteiweiß, Albumin, Harnstoff-N, Glucose und Cholesterin.

Elektrolyt- und Nährstoffergebnisse wurden bezüglich Resorptionstopographie und Absorptionsrate für die drei Versuchstiergruppen vergleichend diskutiert.

Die Größe der Resorptionsoberfläche und die Resorptionsrate - erfaßt über Änderungen der Blutserumwerte - zeigen keine Proportionalität .

Die Resorptionsraten lagen größtenteils gleich hoch für alle drei Resorptionsoberflächenausdehnungen; teilweise, d.h. bei Kalium, Gesamteiweiß und Glucose für das kürzeste Dünndarmsegment deutlich höher.

Die Formuladiät BERODIÄT V zeigt durch ihre von der Anwesenheit der Magen- und Pankreasenzyme unabhängige Resorption den Charakter einer chemisch definierten Diät und gewährleistet bei massiver proximaler Dünndarmresektion eine adäquate Nährstoffsubstitution.

5. Literaturverzeichnis

1. Althausen, T.L., Doig, R.K., Kahn Uyeyama, Weiden, S.:
Digestion and absorption after massive resection
of the small intestine.
Gastroenterology 54, 788 (1968)
2. Ammon, H.V.:
Resorption und Malabsorption von Fetten und
Gallensäuren.
Leber, Magen, Darm 7, Nr. 3, 140 (1977)
3. Anlauf, W.:
Berodiät V as an oral diet for patients with
Crohn's disease and colitis ulcerosa from the
dietitian's viewpoint
akt. Ernährungsmedizin, Nr. 1, 49 (1977)
4. Atkinson, R.H., Parsons, B.J., Smyth, D.H.:
The intestinal absorption of glucose.
Amer. J. physiol. 135, 581 (1957)
5. Avioli, L.V.:
Intestinal absorption of calcium.
Arch. intern. Med. 129, 345 (1972)
6. Beisbarth, H.:
Verdauung, Resorption und Transport von Fett.
Zeitschr. f. Ernährungswissenschaft, Supplementa 13

7. Berg, G., Ohnhaus, E.E., Leis, D.:
Zur Behandlung von Resorptionsstörungen mit mittelkettigen Triglyceriden (MCT) als Bestandteile einer Formuladiät.
Med. Ernähr. 9, 225 (1968)
8. Berg, G., Classen, M.:
Erfahrungen mit einer bilanzierten ballastfreien Ernährung bei Morbus Crohn und Colitis ulcerosa.
Med. Klin., Sonderdruck
9. Berg, G.:
Bilanzierte synthetische Diäten in der Gastroenterologie.
Fortschr. Med. 33, 1287 (1971)
10. BERODIÄT V
Variabel bilanzierbare Diät
Boehringer Ingelheim
11. Billig, A., Bihler, K.:
Enterale Sondenlangzeiterernährung über 285 Tage.
Ein Beitrag zur Diätetik bei Schädelhirntrauma.
Klinikarzt 2 (1975)
12. Bloch, R., Haberich, F.J.:
Mittelkettige Fettsäuren.
Dtsch. med. Wschr. 98, 20 (1973)

13. Booth, C.C.:

Sites of absorption in the small intestine.
Fed. Proc. 26, Nr. 6, 1583 (1967)

14. Booth, C.C.:

Effect of location on absorption of nutrients
along the small intestine.
Handbook of Physiology, Sect. 6. Vol III, 1513

15. Borgström, B., Lundh, G., Hofmann, A.:

Studies of human intestinal absorption.
Gastroenterology 54, Nr. 4, 781 (1968)

16. Borgström, B., Dahlquist, A., Lundh, G., Sjövall, J.:

Studies of intestinal digestion and absorption
in the human.
J. clin. Invest. 10, 1521 (1957)

17. Brandl, M.:

Chemisch definierte Diät und Formuladiät.
Dtsch. Krankenpflegezeitschrift 8 (1976)

18. Büchner, I.:

Variable balanced diet (Berodiät V) from the view
of the dietitian.
Akt. Ernährungsmed. 1, 43 (1977)

19. Buddecke, E.:

Grundriß der Biochemie.
Walter de Gruyter-Verlag, Berlin-New York (1977)

20. Bunte, H., Schönleben, K.:
Bilanzierte Sondenernährung während Intensiv-
behandlung.
Ernährungsumschau 25 (1978)
21. Canzler, H.:
Grundlagen der Sondenernährung.
Internist 19, 28 (1978)
22. Canzler, H.:
Ernährungstherapie mit Formeldiäten aus der Sicht
des Kliniklers.
Ernährungsumschau 25 (1978)
23. Caspary, W.F.:
Peptide oder freie Aminosäuren - ein Problem
der Elementardiät.
Dtsch. Ärztebl. 5 (1978)
24. Caspary, W.F.:
Kohlenhydratresorption und Malabsorption .
Leber, Magen, Darm 7, Nr. 3, 150 (1977)
25. Caspary, W.F.:
Digestiv-resorptive Funktion der Dünndarmschleim-
haut.
Dtsch. med. Wschr. 100, Nr. 31, 1603 (1975)
26. Chandler, G.N., Benson, J.A.:
The site of fat absorption in the rat.
Gastroenterologia 85, 160 (1956)

27. Chung, Y.C., Kim, Y.S., Shadchehr, A., Garrido, A.,
Macgregor, I.L., Sleisenger, M.H.:

Protein Digestion and absorption in human small
intestine.

Gastroenterology 76, 1415 (1979)

28. Cook, G.C., Snook, C.R.:

Site of glucose absorption from the intestine
of zambian african subjects.

Amer. J. clin. Nutr. 27, 91 (1974)

29. Cummins, A.J., Jussila, R.:

Glucose absorption rates in small intestine.

Gastroenterology, 29, Nr. 6, 982

30. Davenport, H.W.:

Physiologie der Verdauung.

F.K. Schattauer-Verlag, Stuttgart-New York (1970)

31. Derbacher, D.:

Behandlung von Fettresorptionsstörungen im Kindes-
alter mit mittelkettigen Triglyceriden.

Med. Ernähr. 12, Nr. 4 (1971)

32. Dowling, R.H., Booth, C.C.:

Functional compensation after small bowel resection
in man.

Lancet 2, 146 (1966)

33. Ewe, K.:

Die intestinale Calcium-Resorption und ihre Störungen.

Klin. Wschr. 52, 57 (1974)

34. Fallis, L.S., Barron, J.:

Gastric and jejunal alimentation with fine polyethylene tubes.

Arch. Surg., Chicago, 373

35. Fekl, W.:

Ernährungsphysiologie der modifizierten Nährstoffe.

Ernährungsumschau 25, (1978)

36. Fekl, W.:

Bilanzierte synthetische Diäten.

Med. Ernähr. 11, 1 (1970)

37. Fekl, W., Schultis, K., Brand, O.:

Stoffwechseladaptierte Ernährung im Konzept der klinischen Ernährungstherapie - Erfolge und Ausblick.
Infusionstherapie 4, Nr. 4 (1977)

38. Fekl, W.:

Astronautendiät, ein Weg zur synthetischen Nahrung.

Nat. u. Synth. Zusatzst. in d. Nahr. d. Menschen (1974)

39. Fekl, W.:

Bilanzierte Ernährung im Alter.

Zschr. Geront. 2, Band 5 (1972)

40. Fenyö, G., Hallberg, D., Soda, M., Roos, K.A.:
Morphologische Veränderungen im Dünndarm nach
jejuno-ilealem Shunt bei parenteral gefütterten
Ratten.
Zschr. Gastroenterologie, 535 (1978)
41. Fischer, W.:
Malabsorption - Maldigestion.
Fortschr. Med. Nr. 11, 90, 409 (1972)
42. Förster, H., Boecker-Lissa, H.:
Untersuchungen an freiwilligen Versuchspersonen
mit einer variabel bilanzierbaren Formuladiät.
Akt. Ernährungsmedizin 1 (1977)
43. Förster, H., Haslbeck, M., Mehnert, H.:
Metabolic studies following the oral ingestion of
different doses of glucose.
Diabetes-New York, 21, Nr. 11 (1972)
44. Förster, H., Haslbeck, M., Geser, C.A., Mehnert, H.:
Blutglucose und Seruminulin nach oraler Appli-
kation von Glucose und Stärkesirup in unterschied-
licher Dosierung.
Diabetologia 6, 482 (1970)
45. Förster, H., Menzel, B.:
Untersuchung der intestinalen Glucoseresorption
bei künstlich erhöhter Blutglucosekonzentration.
Zschr. Ernährungsw. Heft 1, Band 11 (1971)

46. Förster H.:

Zur Verwendung von industriell vorgefertigter Diät
Infusionstherapie Nr. 2, Band 6, 1 (1979)

47. Förster, H.:

Möglichkeiten zur Ernährung mit industriell vorge-
fertigter Diät.
Pharm. Ztg. Frankfurt, 122, Nr. 41 (1977)

48. Fromm, H.:

Störungen der Verdauungsphysiologie durch Er-
krankungen des Dünndarmes und ihr Ausgleich durch
Diätetik und konservative Maßnahmen.
Ärztl. Mh. berufl. Fortb. 24, Nr. 12, 470 (1974)

49. Gebhard, R.L., Buchwald, H.:

Cholesterol absorption following reversal of the
upper and lower halves of the small intestine.
Surgery 67, Nr. 3 (1970)

50. Gofferje, H.:

Klinische Anwendung von Formuladiäten und bilan-
zierten chemisch definierten Diäten.
Klinikerzt 2, 70 (1974)

51. Göschke, H.:

Sondenernährung.
Schweiz. Rundschau für Medizin Nr.33, 999 (1974)

52. Gray, G.M., Cooper, H.L. :

Protein Digestion and absorption.
Progr. Gastroenterology 61, Nr. 4, 535 (1971)

53. Greaves, J.D. Schmidt, L.A.:

Studies on Calcium and Phosphorus in bilefistula dogs.
Proc. Soc. exp. Biol. 29, 373 (1932)

54. Hartmann, L.:

Long term use of the variable balanced diet
(Berodiät V) for tube feeding of a patient with
a decerebration syndrome.
Akt. Ernährungsmedizin 1 (1977)

55. Herzhoff, H., Langner, R.:

Sondenernährung auf einer operativen Intensivsta-
tion und klinische Erfahrungen mit Berodiät V.
Akt. Ernährungsmedizin Nr. 1 (1977)

56. Hoffmann, K., Feldmeier, C., Beenisch, J., Kuntz, R.M.
Schuck, M.:

Die enterale Ernährung in der postoperativen Phase.
Infusionstherapie 3, 280 (1976)

57. Hold, H.:

Die lokale Effizienz der Operationsvorbereitung
mit chemisch definierter Diät in der Colonchirurgie.
Infusionstherapie Band 3, Nr. 2 (1976)

58. Husemann, B.:

Chirurgische Therapie der Adipositas.
Fortsch. Med. 93, Nr. 29 (1975)

59. Jordan, P.H.:

Physiology of the small intestine.
Surg. Gynec. Obstet. 1331 (1967)

60. Kinzie, J.L.:

Instestinale Eiweißassimilation und -verlust beim Menschen.
Leber, Magen, Darm 7, Nr. 3, 160 (1977)

61. Koch, H.:

Erfahrungsbericht über die Anwendung der "variabel bilanzierbaren Diät" (Berodiät V) als Sondenernährung in der Kiefer- und Gesichtschirurgie.
Akt. Ernährungsmedizin Nr. 1 (1977)

62. Kremen, A.J., Linner, J.H., Nelson, C.H.:

An experimental evaluation of the nutritional importance of proximal and distal small intestine.
Ann. Surg. 140, Nr. 3 (1954)

63. Leonard, A.S., Levine, A.S., Wittner, R., Buchwald, H., Varco, R.L.:

Massive small-bowel resections.
Arch. Surg. 95, 429 (1967)

64. Marczell, A., Stierer, M.:

Zwei Jahre Erfahrung mit bilanzierter oraler Ernährung in der Abdominal-Chirurgie.
Chirurg 47, 39 (1976)

65. Matthews, D.M.:

Protein absorption.

Bibl. Nutr. Diet 22, 28 (1915)

66. Menge, H., Robinson, J.W.L., Riecken, E.O.:

Anpassungsmöglichkeiten der Dünndarmschleimhaut
an verschiedene intraluminale Milieuveränderungen.

Zschr. Gastroenterology 14, 420 (1976)

67. Ockner, R.K., Pittman, J.P. Yager, J.L.:

Differences in the intestinal absorption of
saturated and unsaturated long chain fatty acids.

Gastroenterology 62, 981 (1972)

68. Oster, P., Schlierf, G., Vogel, G.:

Sondenkost und Elementardiät.

Dtsch. Ärztebl. 49, 2965 (1978)

69. Page, C.P., Ryan, J.A., Haff, R.C.:

Continual catheter administration of an elemental
diet.

Surg. Gynec. Obstet. 142, 184 (1976)

70. Payne, J.H., DeWind, L.T., Commons, R.R.:

Metabolic observations in patients with jejuno-
colic shunts.

Amer. J. Surg. 106, 273 (1963)

71. Rehfeld, J.F., Juhl, E., Quaade, F.:

Effect of jejunoileostomy on glucose and insulin.
Metabolism in ten obese patients.

Metabolism, 19, Nr. 7, 529 (1970)

72. Ritter, V.:

Resorption-Maldigestion und Malabsorption.
Anästhes. Praxis 15, 117 (1978)

73. Rittmeyer, P.:

Klinische Erfahrungen mit einer variabel bilanzierbaren Diät in der Intensivtherapie.
Akt. Ernährungsmedizin Nr. 1 (1977)

74. Rösch, W.:

Praktische Hinweise zur künstlichen enteralen Ernährung.
Gastroenterologi. Praxis, Jhrg. 4 (1977)

75. Sack, H.:

Die Calciumresorption.
Dtsch. Med. Wschr. 95, 398 (1970)

76. Schachter, D., Dowdle, E.B., Schenker, H.:

Accumulation of Ca^{45} by slices of the small intestine.
Amer. J. Physiol. 198, 275 (1960)

77. Schaeffer, G., Zimmermann, W.:

Erfahrungen mit Berodiät V bei gesunden freiwilligen Probanden.
Akt. Ernährungsmedizin Nr. 1 (1977)

78. Scheiner, E., Shils, M.E., Vanamee, P.:

Malabsorption following massive intestinal resection.
Amer. J. clin. Nutr. 17, 64 (1965)

79. Schettler, G.:

Fettstoffwechselstörungen.

Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (1971)

80. Shibata, H.R., Mackenzie, R.C., Long:

Metabolic effects of controlled jejunocolic bypass.

Arch. Surg. 95, 413 (1967)

81. Urban, E., Haley, D.P.:

Glucosetransport im Rattendünndarm nach ausgedehnter Dünndarmresektion.

Gastroenterologie 801 (1980)

82. Weser, E.:

Intestinal adaption to small bowel resection.

Amer. J. Surg. 24, 133 (1971)

83. Wirths, W.:

Berodiät V im Aspekt der empfehlenswerten Höhe der Energie- und Nährstoffzufuhr.

Akt. Ernährungsmed. Nr. 1 (1977)

84. Yeung, C.K., Smith, R.C., Hill, G.L.:

Effect of an elemental diet on body composition.

Gastroenterology 77, 652 (1979)

85. Zink, R.:A.:

Referat zu den bilanzierbaren Diätetika Biosorbin und Liquisorb.

Scripta Therapeutica 23

Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. F.P. Gall, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen, danke ich für die Erlaubnis, an seiner Klinik die tierexperimentellen Versuche für diese Arbeit ausführen zu dürfen.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. med. B. Husemann, Oberarzt dieser Universitätsklinik, für die Überlassung des Themas und die Ratschläge bei der Durchführung der Versuche.

Herzlich bedanke ich mich bei Herrn Hans Kraus aus dem Stoffwechsellabor, für seine Hilfsbereitschaft bei der technischen Ausführung der Versuche und der Fertigstellung der Arbeit, und bei allen Mitarbeitern der tierexperimentellen Abteilung dieser Klinik für die tatkräftige Unterstützung beim Umgang mit den Versuchstieren.

Lebenslauf

Ich, Sigrid Karg, wurde am 13.9.1957 in Erlangen als erstes Kind des Studiendirektors Willi Karg und seiner Frau Linde Karg, geb. Kittsteiner, geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Forchheim von meinem 6. bis 10. Lebensjahr folgte im Jahre 1967 mein Übertritt in das Luitpold-Gymnasium Forchheim, wo ich neun Jahre später mein Abitur absolvierte.

Mein Medizinstudium begann ich mit dem Sommersemester 1977 an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Nach der bestandenen Ärztlichen Vorprüfung im März 1979 legte ich im März 1980 die Prüfung für den Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung ab.

Dem Zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung will ich mich im März 1982 unterziehen und mein Studium voraussichtlich mit dem letzten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im März 1983 beenden.

